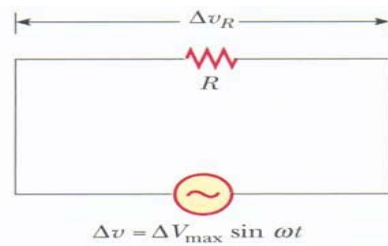


เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านเป็นส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ การเข้าใจวงจรไฟฟ้ากระแสสลับแบบง่าย ๆ สามารถเริ่มได้จากกรณีเบื้องต้นต่าง ๆ อันได้แก่ตัวต้านทาน, ตัวเหนี่ยวนำ, ตัวเก็บประจุต่อกับแหล่งกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับที่ละตัวก่อน

12.1 ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ



ภาพที่ 12-1 การต่อตัวต้านทานกับแหล่งจ่ายกระแสสลับ

ในกรณีนี้ตัวต้านทานถูกต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ แรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับจะเปลี่ยนแปลงตามเวลาและอยู่ในรูปคลื่นไซน์

$$\Delta v = \Delta V_{\max} \sin \omega t \tag{12-1}$$

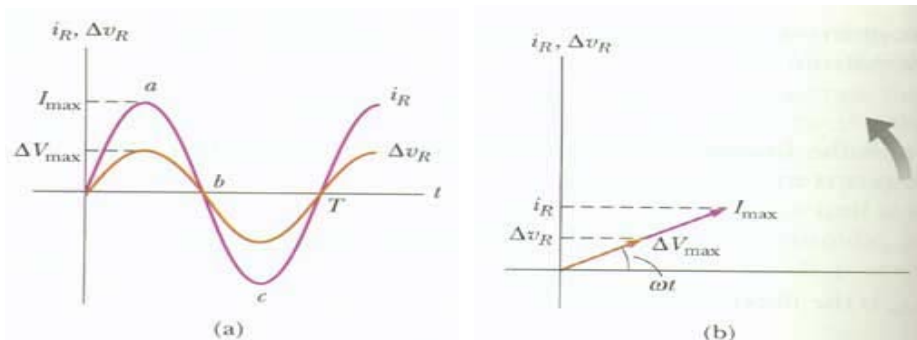
โดยที่ ω คือความถี่เชิงมุมคือ

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \tag{12-2}$$

เมื่อมีตัวต้านทานต่อกับแหล่งจ่ายก็เกิดศักย์ไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน และสามารถคำนวณกระแสได้ตามกฎของโอห์ม กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานคือ

$$i_R = \frac{\Delta v}{R} = \frac{\Delta V_{\max}}{R} \sin \omega t = I_{\max} \sin \omega t \tag{12-3}$$

นั่นคือกระแสเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาแบบไซน์ เช่นเดียวกับศักย์ไฟฟ้า

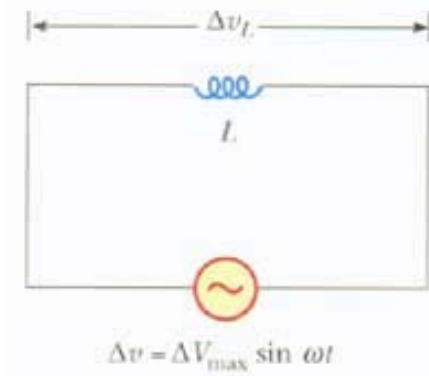


ภาพที่ 12-2 (a) กราฟกระแสและความต่างศักย์คร่อมตัวต้านทาน (b) มุมเฟสระหว่างกระแสและความต่างศักย์

เนื่องจากกระแสและศักย์เปลี่ยนแปลงตามเวลา ดังนั้นจึงนิยมใช้ค่ารากที่สองของค่ายกกำลังสองเฉลี่ย (ค่า rms)

$$I_{rms} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = 0.707 I_{\max} \tag{12-4}$$

12.2 ตัวเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ



ภาพที่ 12-3 การต่อตัวเหนี่ยวนำกับแหล่งจ่ายกระแสสลับ

เมื่อมีตัวเหนี่ยวนำต่อกับแหล่งจ่าย สามารถพิสูจน์หากระแสในวงจรได้ โดยเริ่มต้นจากกฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้ดังนี้

$$\Delta v - L \frac{di}{dt} = 0$$

$$\Delta V_{\max} \sin \omega t = L \frac{di}{dt}$$

$$di = \frac{\Delta V_{\max}}{L} \sin \omega t dt$$

$$i_L = \frac{\Delta V_{\max}}{L} \int \sin \omega t dt = -\frac{\Delta V_{\max}}{\omega L} \cos \omega t$$

(12-5)

สามารถเขียนกระแสเป็นฟังก์ชันของเวลาได้ดังนี้

$$i_L = \frac{\Delta V_{\max}}{\omega L} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

(12-6)

พบว่ากระแสมีมุมเฟสตามศักราชอยู่ที่ $\pi/2$ กระแสสูงสุดสามารถหาได้จาก

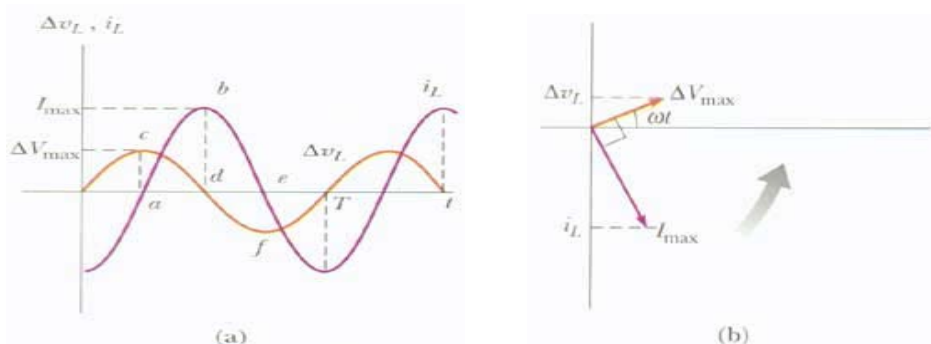
$$I_{\max} = \frac{\Delta V_{\max}}{\omega L}$$

(12-7)

เมื่อเทียบกับกฎของโอห์ม สามารถนิยามปริมาณ Inductive Reactance (X_L) ได้เท่ากับ

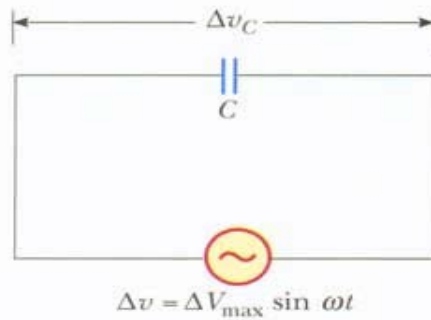
$$X_L = \omega L$$

(12-8)



ภาพที่ 12-4 (a) กระแสและความต่างศักย์ที่คร่อมตัวเหนี่ยวนำ (b) มุมเฟสระหว่างกระแสและความต่างศักย์

12.3 ตัวเก็บประจุในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ



ภาพที่ 12-5 การต่อตัวเก็บประจุกับแหล่งจ่ายกระแสสลับ

เมื่อมีตัวเก็บประจุต่อกับแหล่งจ่าย สามารถพิสูจน์หากระแสในวงจรได้ โดยเริ่มต้นจากกฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้ดังนี้

$$\Delta v - \frac{q}{C} = 0$$

$$\Delta V_{\max} \sin \omega t - \frac{q}{C} = 0$$

$$q = C \Delta V_{\max} \sin \omega t \quad (12-9)$$

$$i_C = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C \Delta V_{\max} \sin \omega t)}{dt} = C \Delta V_{\max} \frac{d(\sin \omega t)}{dt}$$

$$= \omega C \Delta V_{\max} \cos \omega t$$

สามารถเขียนกระแสเป็นฟังก์ชันของเวลาได้ดังนี้

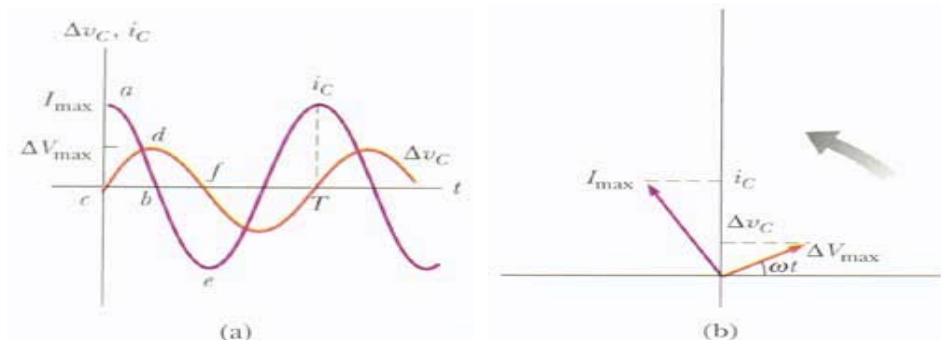
$$i_C = \omega C \Delta V_{\max} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (12-10)$$

พบว่ากระแสมีมุมเฟสนำศักย์อยู่ที่ $\pi/2$ กระแสสูงสุดสามารถหาได้จาก

$$I_{\max} = \frac{\Delta V_{\max}}{1/\omega C} \quad (12-11)$$

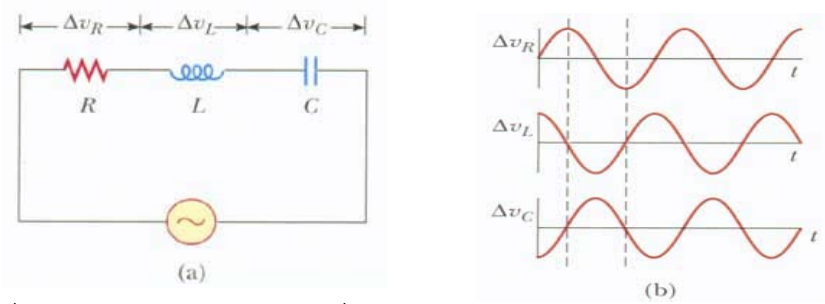
เมื่อเทียบกับกฎของโอห์ม สามารถนิยามปริมาณ Capacitive Reactance (X_C) ได้เท่ากับ

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad (12-12)$$



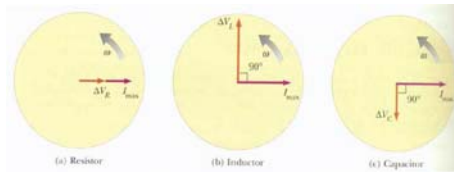
ภาพที่ 12-6 (a) กระแสและความต่างศักย์ที่คร่อมตัวเก็บประจุ (b) มุมเฟสระหว่างกระแสและความต่างศักย์

12.4 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับอนุกรม RLC



ภาพที่ 12-7 การต่อตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ และตัวต้านทานแบบอนุกรมกับแหล่งจ่ายกระแสสลับ

เมื่อนำ R, L และ C มาต่อแบบอนุกรมเข้ากับแหล่งจ่ายกระแสที่ไหลผ่านทุกจุดจะมีขนาดเท่ากัน และมุมเฟสเดียวกัน ดังนั้นคิกย์ที่คร่อม R, L และ C จะมีมุมเฟสเหลือมัลกกัน



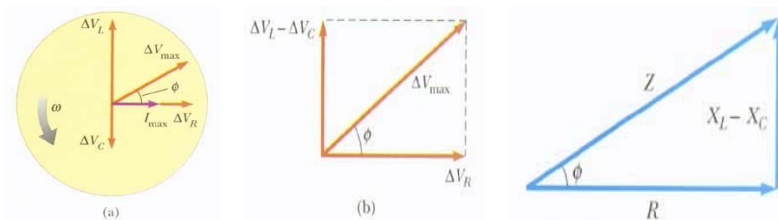
ภาพที่ 12-8 มุมเฟสระหว่างกระแสและความต่างคิกย์

$$\Delta v_R = I_{\max} R \sin \omega t$$

$$\Delta v_L = I_{\max} X_L \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (12-13)$$

$$\Delta v_C = I_{\max} X_C \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

คิกย์ไฟฟ้ารวมสามารถหาได้จากการรวมคิกย์คร่อม R, L และ C แต่ละตัวโดยใช้เฟสไดอะแกรม



ภาพที่ 12-9 การรวมความต่างคิกย์ในวงจรอนุกรม

$$\begin{aligned} \Delta V_{\max} &= \sqrt{\Delta V_R^2 + (\Delta V_L - \Delta V_C)^2} \\ &= \sqrt{(I_{\max} R)^2 + (I_{\max} X_L - I_{\max} X_C)^2} \end{aligned} \quad (12-14)$$

$$I_{\max} = \frac{\Delta V_{\max}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{\Delta V_{\max}}{Z}$$

โดยที่นิยามปริมาณ Z เป็น Impedance ของวงจร (เทียบได้กับ R ในวงจร DC) และ มุมเฟส ϕ ระหว่างกระแสและคิกย์ดังนี้

$$Z \equiv \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (12-15)$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{X_L - X_C}{R} \right) \quad (12-16)$$

ตัวอย่างที่ 1 : (Serway 33.6) A Series RLC Circuit วงจร RLC แบบอนุกรม มีค่า $R = 425 \Omega$, $L = 1.25 \text{ H}$, $C = 3.50 \mu\text{F}$, $\omega = 377$ วัตวินาที และ $\Delta V_{\text{max}} = 150 \text{ V}$

วิธีทำ :

a) จงหา Inductive Reactance, Capacitive Reactance และ Impedance

$$X_L = \omega L = (377)(1.25) = 471 \Omega$$

$$X_C = 1/\omega C = 1/(377)(3.5 \times 10^{-6}) = 758 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{425^2 + (471 - 758)^2} = 513 \Omega$$

b) จงหากระแสสูงสุดในวงจร

$$I_{\text{max}} = \frac{V_{\text{max}}}{Z} = \frac{150}{513} = 0.292 \text{ A}$$

c) จงหามุมเฟสระหว่างกระแสและศักย์ไฟฟ้า

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{471 - 758}{425}\right) = -34^\circ$$

d) จงหาศักย์ไฟฟ้าตกคร่อม R, L และ C ที่เวลาใด ๆ

$$\Delta v_R = (0.292)(425) \sin 377t = 124 \sin 377t$$

$$\Delta v_L = (0.292)(471) \cos 377t = 138 \cos 377t$$

$$\Delta v_C = -(0.292)(758) \cos 377t = -221 \cos 377t$$

12.5 หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนศักย์ไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลงให้เหมาะสมกับการใช้งาน จากกฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ ในขดปฐมภูมิ

$$\Delta V_1 = -N_1 \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (12-17)$$

การเหนี่ยวนำร่วมทำให้ฟลักซ์แม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงในขดปฐมภูมิ ก่อให้เกิดศักย์ไฟฟ้าในขดทุติยภูมิ

$$\Delta V_2 = -N_2 \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (12-18)$$

จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของศักย์ต่อจำนวนรอบขดลวด

$$\Delta V_2 = \frac{N_2}{N_1} \Delta V_1 \quad (12-19)$$

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

